水稻粒型之遺傳研究[1]

張　德　梅[2]

一、緒　言

水稻谷粒有短、中、長三型，粒長除主要遺傳因子（Major gene）支配外，另受微量遺傳因子（Minor gene）所控制。不同雜交組合之不同基因間關係如何，其在後代之表現如何，在育種上甚爲重要。通常產量受穗數、穗重及每穗粒數等三基本因素所控制。多穗型（Multi-eared type）與重穗型（Heavy-eared type）兩者有負相關關係，此兩產量性狀之遺傳率甚低；粒重爲構成產量之最基本單位，而谷粒之長（l）、寬（w）、厚（t）爲構成粒重之單位，因此，粒型與產量之關係密切。本試驗研究水稻粒型之遺傳行爲與株高、穗數及百粒重等之相關關係，以作稻選育時之參考。

二、試驗材料與方法

（一）試驗材料：1.長粒型品種：P_1（7815），由美國引進，株高平均97.6公分，分蘖少。2.中粒型品系：P_2（C_{2180}），由放射線處理後之突變品系，株高平均70公分，分蘖多；P_3（H_{103}），由突變品系與稗稈稻之後代中選出，株高平均64公分，分蘖多。

（二）試驗方法：將長粒型與二中粒型品系雜交，即$P_1 \times P_2$ 及 $P_1 \times P_3$。種植第一代，第二代及第三代，單本植，每代種植時均同時種植雙親50株作爲對照，一切管理爲臺灣慣行法。成熟期調查株高（cm），穗數，收穫後調查百粒重（gr）及谷粒之長（l）、寬（w）、厚（t）（單位m m）。根據資料統計各性狀之變方、頻度分佈、遺傳率、遺傳和環境等之相關關係。

1. 變方計算公式：

$$S^2 \frac{\Sigma fi(xi)^2 - \frac{(\Sigma fixi)^2}{\Sigma fi}}{\Sigma fi - 1}$$

xi 爲各性狀之變數

fi 爲各性狀之變數所出現之頻度

2. 遺傳率之計算法：

（1）第二代之遺傳率，係以親代之變異估計其環境變異相減之。

（2）第三代之遺傳率，採用親子迴歸法。

3. 外表型（rP）、遺傳型（rG）及環境（rE）等之相關關係，依據下列公式計算：

$$rP = \frac{Cov.xy\ F_2}{\sqrt{Vx\ F_2 . Vy\ F_2}}$$

$$rG = \frac{Cov.xy\ F_2 - Cov\ xyE}{\sqrt{(Vx\ F_2 - VxE)(VyF_2 - VyE)}}$$

$$rE = \frac{Cov.xyE}{\sqrt{VxE \cdot Vy\ E}}$$

三、結果及討論

（一）兩雜交組合第二代及第三代粒型之平均值、變方及頻度分佈

本研究承國家科學委員會之補助，謹此誌謝。
1.試驗報告農試字第六三八號
2.臺灣省農業試驗所技佐

孟德爾定律最大特點是相對性狀間有明顯的區別，例如顏色性狀之遺傳，在第二代之分離比，可確定其係受若干對遺傳因子所控制，此種可從其本質上辨別的性狀，一般又稱爲「質的性狀」。事實上，植物若干重要經濟性狀，如水稻粒型，因祇能用一定數量表達（如長度），一般特稱之爲「量的性狀」，其遺傳行爲在後代之分離情形是一種連續性分佈 (Continuous distribution)，平庸之個體最多，成爲曲線中之衆數 (mode)， 居於曲線兩端之最劣與最優者甚少（如表 1 ～ 4），因此，長粒型之品種在選拔上比較困難。

表 1. 谷粒長在第二代及第三代之分佈情形

Table 1. The means, variances and frequency distributions for grain length of parents and F_2, F_3 population at two crosses segregation.

Population	Upper limit of class, mm													Total	$\bar{x}$	S^2	S
	6.6	6.8	7.0	7.2	7.4	7.6	7.8	8.0	8.2	8.4	8.6	8.8	9.0				
P_2	—	3	23	3	3	—	—	—	—	—	—	—	—	32	7.0375	0.0218	0.1476
F_2 ($P_1 \times P_2$)	—	—	—	11	30	56	87	79	51	30	4	1	—	349	7.8819	0.0987	0.3142
F_3 ($P_1 \times P_2$)	3	8	15	51	71	81	71	52	33	14	5	1	—	405	7.6474	0.1536	0.3919
P_1	—	—	—	—	—	—	—	6	15	10	1	—	—	32	8.2375	0.0244	0.1562
F_2 ($P_1 \times P_3$)	—	—	2	2	39	63	75	65	34	21	4	1	1	307	7.8443	0.1005	0.3170
F_3 ($P_1 \times P_3$)	3	5	15	25	41	66	40	45	21	12	5	—	—	278	7.6683	0.1624	0.4032
P_3	—	4	7	16	5	—	—	—	—	—	—	—	—	32	7.1375	0.0321	0.1792

表 2. 谷粒寬在第二代及第三代之分佈情形

Table 2. The means, variances and frequency distributions for grain width of parents and F_2, F_3 population at two crosses segregation.

Population	Upper limit of class, mm															Total	$\bar{x}$	S^2	S
	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1				
P_2	—	—	—	—	1	3	22	2	4	—	—	—	—	—	—	32	3.3156	0.0078	0.0883
F_2 ($P_1 \times P_2$)	—	—	1	—	1	2	10	40	73	123	62	30	6	1	—	349	3.5831	0.0193	0.1389
F_3 ($P_1 \times P_2$)	2	2	2	7	19	47	83	97	74	40	24	5	2	1	—	405	3.3911	0.0343	0.1997
P_1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	9	11	8	—	1	32	3.7844	0.0136	0.1166
F_2 ($P_1 \times P_3$)	—	—	—	—	2	5	18	38	65	87	54	29	7	1	1	307	3.5730	0.0249	0.1578
F_3 ($P_1 \times P_3$)	—	—	—	5	16	20	48	73	58	33	16	8	1	—	—	278	3.4191	0.0299	0.1729
P_3	—	—	—	—	2	8	11	11	—	—	—	—	—	—	—	32	3.2969	0.0087	0.0933

表 3. 谷粒厚在第二代及第三代之分佈情形

Table 3. The means, variances and frequency distributions for grain thickness of parents and F_2, F_3 population at two crosses segregation.

Population	Upper limit of class, mm											Total	x̄	S²	S
	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8				
P_2	—	—	1	6	15	7	1	2	—	—	—	32	2.2219	0.0121	0.1100
F_2 ($P_1 \times P_2$)	—	—	3	4	53	149	114	24	2	—	—	349	2.3281	0.0085	0.0922
F_3 ($P_1 \times P_2$)	2	3	19	64	98	134	60	16	6	—	3	405	2.2556	0.0197	0.1404
P_1	—	—	—	—	5	16	10	1	—	—	—	32	2.3219	0.0056	0.0748
F_2 ($P_1 \times P_3$)	—	—	2	5	36	101	124	37	2	—	—	307	2.3495	0.0094	0.0970
F_3 ($P_1 \times P_3$)	1	1	21	56	69	72	45	11	1	—	1	278	2.2360	0.0192	0.1386
P_3	—	—	6	8	8	6	2	2	—	—	—	32	2.1875	0.0205	0.1432

表 4. 谷粒體積在第二代及第三代之分佈情形

Table 4. The means, variances and frequency distributions for grain volume(length × width × thickness) of parents and F_2, F_3 population at two crosses segregation.

Population	Upper limit of class, mm^3																	Total	x̄	S²	S
	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96				
P_2	—	—	—	1	5	16	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	32	52.3750	9.6613	3.1083
F_2 ($P_1 \times P_2$)	—	—	—	—	—	3	12	55	123	96	46	13	—	1	—	—	—	349	65.6504	22.6476	4.7589
F_3 ($P_1 \times P_2$)	1	—	1	8	22	54	79	112	81	26	11	4	3	1	—	1	1	405	59.2395	50.8658	7.1320
P_1	—	—	—	—	—	—	—	1	1	8	15	6	1	—	—	—	—	32	71.3750	15.5968	3.9493
F_2 ($P_1 \times P_3$)	—	—	—	—	1	3	8	50	74	91	56	17	6	—	1	—	—	307	66.6710	30.7509	5.5453
F^3 ($P_1 \times P^3$)	—	—	2	8	15	32	67	72	46	23	12	1	—	—	—	—		278	58.7626	42.9398	6.5528
P_3	—	—	—	5	10	7	9	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	32	51.0000	23.7419	4.8726

（二）兩雜交組合第二代及第三代之遺傳率

遺傳率的大小，表示某一性狀受遺傳和環境的影響究以何者爲大，此可作爲選種效率的參考。由表 5 可知，除谷粒厚、谷粒體積及穗數在第二代之遺傳率較低外，谷粒長、寬、株高及百粒重等在第二代之遺傳率均頗高，因此，長粒型品種之選拔，在第二代即可進行。

表 5. 粒型、株高、穗數及百粒重之遺傳率

Table 5. Heritability estimates for seven agronomic characters in various crosses.

雜交組合 Crosses / 子代 Offspring / 性 狀 Characters		$P_1 \times P_2$	$P_1 \times P_3$
		%	%
谷粒長 (mm)	F_2	76.60*	71.84*
Grain length (l)	F_3	59.38±7.05*	72.08±10.23**
谷粒厚 (mm)	F_2	0	0
Grain thickness (t)	F_3	76.73±21.45*	30.00±39.93

谷粒寬 (mm) Grain width (w)	F_2	44.56*	55.02*
	F_3	20.68±36.64	45.23±15.24
谷粒體積 (mm³) Grain volume (l×w×t)	F_2	44.24	36.04
	F_3	39.35±3.87	50.87±0.34*
株　高 (公分) Plant height (cm)	F_2	82.57**	85.46**
	F_3	61.65±0.11*	26.71±0.17
穗　數 Panicle number	F_2	0.96	25.31
	F_3	20.48±1.32	23.33±0.69
百粒重 (克) Weight of 100 grains (gr)	F_2	73.40**	85.32**
	F_3	10.30±6.29	32.10±5.26

Note: * Significant at 5% level
** Significant at 1% level

（三）粒型、株高、穗數及百粒重等之相關關係

表 6. 各性狀間第二代之表現型、遺傳型及環境之相關關係

Table 6. Phenotypic, genotypic, and environmental correlation coefficients between characters of F_2 populations.

表現性狀 Characters	相關關係 Correlation coefficients					
	$P_1 \times P_2$			$P_1 \times P_3$		
	rP	rG	rE	rP	rG	rE
粒長 Grain length (l)						
粒寬 Grain width (w)	−0.2647**	−0.4652	0.2411	—	—	0.2832
粒厚 Grain thickness (t)	−0.9652**	—	−0.0284	0.7241**	0.9674**	−0.0008
粒體積 Grain volume (l×w×t) mm³	0.5435**	0.7196**	0.4281*	0.5573**	0.7672**	0.3986*
株高 Plant height (cm)	0.0498	0.0173	−0.0046	—	—	0.0792
穗數 Panicle number	0.7084**	—	0.0304	0.3915**	0.6766**	0.1037
百粒重 Weight of 100 grains (gr)	0.6137**	0.7920**	0.0348	0.1986*	0.2834	−0.0767
粒寬 Grain width (w)						
粒厚 Grain thickness (t)	−0.5029**	—	0.2000	0.7385**	0.7325**	0.2482
粒體積 Grain volume (l×w×t) mm³	0.5968**	0.5214*	0.7272**	0.6952**	—	0.9637**
株高 Plant height (cm)	0.7189**	0.9568**	0.0518	0.8137**	—	0.1338
穗數 Panicle number	−0.1149	—	−0.1350	0.8058**	—	−0.1044
百粒重 Weight of 100 grains (gr)	0.2376*	0.2520	0.2100	0.2571	0.3561	0.0580

粒厚 Grain thickness (t)						
粒體積 Grain volume (l×w×t) mm³	−0.4837**	—	0.6955**	0.5738**	0.4790	0.8110**
株高 Plant height(cm)	−0.2367*	−0.4844	0.0924	0.7924**	0.9823*a	−0.0371
穗數 Panicle number	0.1498	—	−0.0166	0.3539**	0.7546**	−0.0894
百粒重 Weight of 100 grains (gr)	−0.0459	−0.2723	0.2370	0.1973*	0.2444	0.0453
粒體積 Grain volume (l×w×t) mm³						
株高 Plant height(cm)	0.1813	0.2802	0.0856	0.4832**	0.8314**	0.0570
穗數 Panicle number	−0.3984**	—	−0.0558	0.0522	0.2797	−0.0745
百粒重 Weight of 100 grains (gr)	0.6784**	—	0.2472	0.4992**	0.9099**	0.0501
株高 Plant height (cm)						
穗數 Panicle number	−0.0254	—	0.1020	0.2114	0.3380	0.0793
百粒重 Weight of 100 grains (gr)	0.2284	—	0.0189	0.3894**	0.4516	0.0933
穗數 Panicle number						
百粒重 Weight of 100 grains (gr)	0.0692	—	0.1024	0.0781	0.0440	0.0900

註：＊5％顯著平準 Significant at 5% level
＊＊1％顯著平準 Significant at 1% level

由表6.可知，兩性狀間相關係數之顯著與否，隨雜交組合而略有差異，茲以相關之研究結果略述如下：

1.谷粒長與谷粒寬：兩組合內之rP，rG，rE 均不顯著。
2.谷粒長與谷粒厚： $P_1 \times P_3$ 組合內之 rP，rG顯著，另一組合則不顯著。
3.谷粒長與谷粒體積：兩組合內之三種相關均顯著。
4.谷粒長與株高：兩組合內之三種相關均不顯著。因此，矮株長粒之品種可產生。
5.谷粒長與穗數：$P_1 \times P_2$ 組合內之 rP 顯著， $P_1 \times P_3$ 組合內之 rP，rG 顯著。
6.谷粒長與百粒重： $P_1 \times P_3$組合內之 rP，rG 均極顯著，而另一組合則不顯著。
7.谷粒寬與谷粒厚： $P_1 \times P_3$ 組合內之 rP，rG 顯著，另一組合則不顯著。
8.谷粒寬與谷粒體積：兩組合內之三種相關均顯著。
9.谷粒寬與株高：$P_1 \times P_2$ 組合內之 rP，rG 顯著，$P_1 \times P_3$ 組合內之 rP顯著。
10.谷粒寬與穗數：$P_1 \times P_3$組合內之 rP 顯著。
11.谷粒寬與百粒重：兩組合內之三種相關均不顯著。
12.谷粒厚與谷粒體積：$P_1 \times P_3$ 組合內之 rP 顯著，又兩組合內之 rE 均顯著，可知谷粒厚受環境之影響甚大。
13.谷粒厚與株高及穗數：$P_1 \times P_3$ 組合內之 rP，rG 顯著，另一組合則不顯著。
14.谷粒厚與百粒重：兩組合內之三種相關均不顯著。
15.谷粒體積與株高：$P_1 \times P_3$ 組合內之 rP，rG 顯著，另一組合則不顯著。
16.谷粒體積與穗數：兩組合內之三種相關均不顯著。
17.谷粒體積與百粒重：$P_1 \times P_3$ 組合內之 rP 顯著，$P_1 \times P_3$ 組合內之 rP ， rG 顯著。由於谷粒體積與百粒重之相關顯著，因此，選種時，除了粒長外，粒寬、粒厚之因素亦頗重要。
18.株高與穗數及百粒重：兩組合內之三種相關均不顯著。
19.穗數與百粒重：兩組合內之三種相關均不顯著。

四、摘　　要

本研究利用一個長粒型品種（7815）與兩個中粒型品系（C_{2180}）及（H_{103}）之雜交後代F_2，F_3爲材料，分析水稻粒型之遺傳行爲及粒型與株高、穗數、百粒重等間之相關關係，供稻品種選育時之參考。

1.谷粒之長（l）、寬（w）厚（t）及體積（l×w×t）在第二代及第三代之分佈成常態曲線，變異不大，超越高親本之數甚少。

2.谷粒長之遺傳率在第二代及第三代均頗高，因此，長粒型之選拔在第二代即可進行。谷粒寬之遺傳率第二代比第三代高，在第二代亦可進行谷粒寬之選種。但谷粒厚之遺傳率第二代爲O，係因親本之平均變方大於 F_2 變方，故遺傳變方爲負值，以O表示之，在理論上 F_2 變方須大於親本變方，此點有繼續研究之必要。

3.谷粒長與株高之相關不顯著，因此，長粒矮株之品種容易產生。粒長與百粒重之相關不穩定，隨雜交組合而異，故長粒非定爲粒重高。雖然粒寬、粒厚與百粒重之相關均不顯著，但谷粒體積與百粒重之相關顯著，又百粒重與產量之關係甚大，粒寬、粒厚影響谷粒體積之關係亦甚大，在選種時除粒長外、粒寬、粒厚之因素亦應同時考慮。

五、參考文獻

1.張萬來1964：移植法對水稻雜交第二代後裔農藝性狀變異及相關之影響。農業研究13(3)1—13。

2.湯文通1967：作物育種之原理與實施。臺灣大學出版大學用書128—142

3. Nei, Masatoshi1956：The test of significance for heritability estimates. Japan. J. Plant Breed. 5 (4)：1—6.

4. Warner, J. N.1952：A method for estimating heritability. Agron. Jour. 44：427 —430.

STUDIES ON THE INHERITANCE OF GRAIN SHAPE OF RICE

by

Te-mei Chang

Summary

The present paper deals with the inheritance of grain shape, as well as the genetic correlation between grain shape and other yield component characters so as to obtain basic information for breeding long-or medium-long grains in the *japonica* varieties of rice. A strain, 7815, with large grains was crossed to two medium grain strains, C_{2180} and H_{105}, and their F_2 and F_3 populations were studied.

Various characters such as the number of panicles, length of panicle, weight of 100 grains, and length, width and thickness of grain were recorded and the data were analyzed to estimate heritability and genetic correlation.

The segregation pattern of grain length, width, thickness and volume as well as the other yield component characters were more or less the same in the F_2, F_3 populations. It was found all characters showed normal distribution, without a clear-cut dividing point.

The grain thickness, grain volume and panicle number heritability values were higher in F_3 than in F_2, whereas the other characters and values were usually higher in F_2 than F_3.

The phenotypic and genotypic correlations between grain volume and plant height, 100 grain weight were highly significant. In general, the higher plants produce longer and heavier grains, and the dwarf ones usually have short, round and smaller grains, with more but shorter panicles. In another experiment, the auther found that there was a positive correlation between plant height and 100 grain weight. Futher study is needed to breed an ideal variety of dwarf stature with more panicle and long grain.